

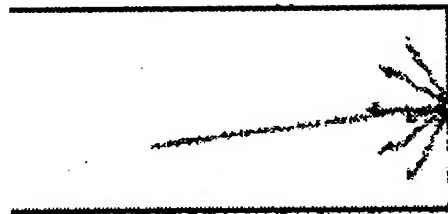
# OPTICAL FIBER CABLE AND METHOD FOR WORKING ITS END SURFACE

**Patent number:** JP2002031727  
**Publication date:** 2002-01-31  
**Inventor:** SONE MOTOKI; NAGURA KAZUTO  
**Applicant:** SHARP CORP  
**Classification:**  
- **International:** G02B6/10; G02B6/00; G02B6/24; G02B6/42  
- **European:**  
**Application number:** JP20000213692 20000714  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP2002031727

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical fiber cable and a method for working its end surface suitable for being used in an optical communication system which transmits an optical signal via a common one-core optical fiber cable of a fully doubled optical communication system.

**SOLUTION:** The end surface of the core part which becomes an optical transmission line of the optical fiber cable is worked into the end surface 401 by which reflected light is scattered.



端面401

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-31727

(P2002-31727A)

(43)公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 2 B	6/10	G 0 2 B	D 2H036
	6/00		2H037
	3 3 5		3 9 1
	3 9 1		2H038
	6/24		2H050
	6/42		6/42
審査請求 未請求 請求項の数 2 1		OL	(全 1 2 頁)

(21)出願番号 特願2000-213692(P2000-213692)

(22)出願日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 曾根 基樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72)発明者 名倉 和人

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74)代理人 100102277

弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

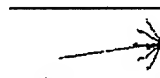
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバケーブル及びその端面加工方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブル及びその端面加工方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 光ファイバケーブルの光の伝送路となる芯部の端面を、反射光を散乱させる端面401とする。



端面401

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光の伝送路となる芯部に反射光を散乱させる端面を備えることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項2】 請求項1に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面が粗面であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項3】 請求項2に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面が凸面であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項4】 請求項3に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面の凸面の曲率の半径は、前記芯部の直径を $d$ としたときに、 $0.8d$ から $1.8d$ であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項5】 光の伝送となる芯部端面が凸面であり、該凸面の曲率の半径は、前記芯部の直径を $d$ としたときに、 $0.8d$ から $1.8d$ であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項6】 光の伝送路となる芯部端面が凹面であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項7】 請求項6に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面の凹面の曲率の半径は、前記芯部の直径を $d$ としたときに、 $0.5d$ から $3.0d$ であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項に記載の光ファイバケーブルにおいて、先端部には前記芯部が端面に向かって広がる円錐台形状が形成され、この円錐台形状の傾斜部分と前記芯部の水平部分とのなす角が $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項9】 請求項1から8のいずれか1項に記載の光ファイバケーブルにおいて、先端部に前記芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成されることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項10】 請求項9に記載の光ファイバケーブルにおいて、少なくとも前記芯部の先端部が被覆部材により被覆され、この被覆部材の先端が中心軸に対して鋭角となっており、この被覆部材の先端を前記芯部が覆うことにより、端面方向に向かって狭まる前記傾斜部分が形成されることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項11】 先端部には光の伝送路となる芯部が端面に向かって広がる円錐台形状が形成され、この円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角が $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項12】 先端部に光の伝送路となる芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成されることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項13】 請求項12に記載の光ファイバケーブルにおいて、少なくとも光の伝送路となる芯部の先端部

が被覆部材により被覆され、この被覆部材の先端が中心軸に対して鋭角となっており、この被覆部材の先端を前記芯部が覆うことにより、端面方向に向かって狭まる前記傾斜部分が形成されることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項14】 請求項5から13のいずれか1項に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記芯部に反射光を散乱させる端面を備えることを特徴とする光ファイバケーブル。

10 【請求項15】 請求項14に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面が粗面であることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項16】 請求項2、3、4又は15に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記端面の粗面度が $1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ であることを特徴とする光ファイバケーブル。

20 【請求項17】 請求項1から16のいずれか1項に記載の光ファイバケーブルにおいて、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項18】 光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いることを特徴とする光ファイバケーブル。

30 【請求項19】 プラスティック材料から成る芯部の少なくとも先端部周囲を被覆部材により被覆された光ファイバケーブルの端面加工方法において、先端部で内壁面が先端方向に向かって広がる円錐台形状の被覆部材を用い、この被覆部材より芯部の先端が突出した状態で芯部を加熱して変形させ、芯部の先端部を端面に向かって広がり傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角が $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上の円錐台形状に端面加工することを特徴とする光ファイバケーブルの端面加工方法。

40 【請求項20】 プラスティック材料から成る芯部の少なくとも先端部周囲を被覆部材により被覆された光ファイバケーブルの端面加工方法において、先端部が中心軸に対して鋭角の被覆部材を用い、この被覆部材より芯部の先端が突出した状態で芯部を加熱して変形させ、芯部が被覆部材の先端を覆うように端面加工することを特徴とする光ファイバケーブルの端面加工方法。

【請求項21】 請求項19又は20に記載の光ファイバケーブルの端面加工方法において、前記芯部を加熱するのに加熱板を用い、該加熱板に形成された形状を芯部に転写して、芯部の端面を凸面、凹面、又は粗面に加工することを特徴とする光ファイバケーブルの端面加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバケーブルを用いた片方向通信に関する従来技術1を、その概念図である図14に示す。光送受信機1401と光送受信機1402が光ファイバケーブル1407を介して情報を伝達するには、例えば光送受信機1401から送受信機1402に光信号を送るとき、図14(A)に示すように、光ファイバケーブル1407の一端を光送受信機1401の送信部1403に、光ファイバケーブル1407の他端を光送受信機1402の受信部1404に接続することで実現できる。

【0003】また、光送受信機1402から光送受信機1401に光信号を送るときには、図14(B)のように、光ファイバケーブル1407の一端を光送受信機1401の受信部1405に、光ファイバケーブル1407の他端を光送受信機1402の受信部1406に接続することで実現できる。

【0004】このとき、常に光送受信機1401から光送受信機1402に光信号を送りたいときは、受信部1405と送信部1406は必要ないし、逆に常に光送受信機1402から光送受信機1401に光信号を送りたいときは、送信部1403と受信部1404は必要でない。

【0005】ここで、もし、光送受信機1401から光送受信機1402に光信号を送信すると同時に、光送受信機1402から光送受信機1401にも光信号を送信したいときは、図14(C)に示すように、光ファイバケーブル1408をもう一本用意して、送信部1403と受信部1404を光ファイバケーブル1407で接続しつつ、受信部1405と送信部1406を残りの光ファイバケーブル1408で接続しなくてはならない。

【0006】すなわち、従来技術1では光送受信機1401と光送受信機1402が互いに全二重通信を行いたいときは、二本の光ファイバケーブルを用意しなくてはならない。

【0007】従来技術1に見られるとおり、従来は光信号を送受信するときは、光ファイバケーブル中を伝達する光信号は一方しか伝わっておらず、一本の光ファイバケーブルで全二重通信を行うことはなく、一本で全二重通信を行うのに適した光ファイバケーブルはなかった。

【0008】したがって、一本の光ファイバケーブルで全二重通信を行うためには、そのための新しい技術が必要となる。

【0009】また、従来技術2として、光ファイバケーブルの端面を凸レンズ面に形成することにより、集光能

力を利用して伝達効率を向上させるものがある。なお、このような、凸レンズ面の端面の光ファイバケーブルの端面加工方法としては、特開平5-2111号公報に記載されるように、加熱板に形成した凹レンズ状の凹型に、プラスチック系の光ケーブルの端面を押し当てて、光ケーブルの端面を凸レンズ面に加工するという技術がある。

【0010】また、従来技術3として、プラスチック系光ファイバの先端部をテーパ状（円錐台形状）とすることにより、光ファイバの素抜けを防止するというものが、特公昭62-57001号公報に開示されている。これによれば、光ファイバが引っ張られて、光ファイバ端面の位置がずれたり、筒体（プラグ部）から光ファイバが抜けたりするのを防止することができる。

【0011】そして、従来技術4として、コネクタ先端に皿状凹部を設け、そこに光ファイバ芯材を流入させて賦型するという、プラスチック系光ファイバの端面加工に関する技術が、特開平1-191103号公報に開示されている。さらに、これには、その芯材端面とコネクタ端面とを同一面とすることや、芯材端面のとけて飛び出した量を一定とすることが記載されている。従来技術4は、これにより、プラスチック系光ファイバケーブル端面と受光素子との距離を適切に保って、その結果送受信の伝達効率を安定に高く得られるようにしたものである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術1にて説明したように、一本の一芯の光ファイバケーブルで全二重通信方式の二重光通信を行なうに好適なものはなかった。

【0013】すなわち、従来の光ファイバケーブルでは、二重光通信に適用することを想定されておらず、端面が平坦面となっており、以下のような課題があった。なお、以下の説明について図15を参照するが、図15は従来の光ファイバケーブル1503を用いて光送受信機1501、1502間で全二重通信を行おうとしたときの概念図を示すものであり、(A)は全体図、

(B)は光ファイバケーブル1503の先端部近傍の部分拡大図である。

【0014】第1に、共通の一芯の光ファイバケーブル1503を用いて、全二重光通信を行うと、光送受信機1501から伝送されてきた光信号が光ファイバケーブル1503の一方の端面の1505内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブル1503の他方の端面1504に戻るような反射光が発生する。すると、このような反射光によって、通信相手（光送受信機1502）から送信された光信号として誤認識するなどの不具合が生じる。

【0015】第2に、光ファイバケーブル1503は、光送受信機1501、1502のコネクタの挿入孔に抜

き差しされるものであり、光ファイバケーブル1503が引っ張られたときに、光ファイバケーブル1503の端面の位置ずれ等を防止するための機構が必要である。そこで、上記従来技術3を採用した場合に、光送受信機1501の送信部からの光信号が光ファイバケーブル1503の端面1504近傍のテーパ状（円錐台形状）の傾斜部分で反射（近端反射）されて、光送受信機1501の受信部に入力されてしまう。そして、そのような反射光が受信部に入力されると、通信相手から送信された光信号として誤認識するなどの不具合が生じる。

【0016】また、上記従来技術2のように、単に集光機能を持たせるために光ファイバケーブルの端面を凸レンズ面としたものでも、同様に、上記のような光ファイバケーブルの近端反射や遠端反射により、通信相手から送信された光信号として誤認識するなどの不具合が生じる。

【0017】さらに、上記従来技術3、4においても、光ファイバケーブルの近端反射や遠端反射について考慮されておらず、やはり、全二重光通信方式に適用した場合、通信相手から送信された光信号として誤認識するなどの不具合が生じる。

【0018】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブル及びその端面加工方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の光ファイバケーブルは、光の伝送路となる芯部に反射光を散乱させる端面を備えることを特徴とする。反射光を散乱させる端面とするには、例えば端面を粗面とすれば良く、好ましくはその端面の粗面度を $1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ とする。

【0020】本発明によれば、反射光を散乱させる端面を備えることにより、光ファイバケーブル内部の光が端面から出射されるときに、その端面の内面で反射（遠端反射）されて発生する反射光は拡散される。ここで、光ファイバケーブル内を通過する光線は、光ファイバケーブルの中心軸に平行な光ほど効率よく伝達され、光ファイバケーブルの中心軸と方向がずれるほど、伝達効率は悪くなるという光ファイバケーブルの性質がある。したがって、伝送されてきた信号光が光ファイバケーブルの一方の端面の内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブルの他方の端面に戻るような反射光は散乱するので大幅に減衰し、このような反射光を低減させることができる。

【0021】また、通常の光送受信装置では、光ファイバケーブルの中心軸と平行な光を多く拾うように設計されるので、光ファイバケーブル端面の内面で反射（遠端反射）されて生じる反射光が、散乱して光ファイバケー

ブルの中心軸から外れた角度を持って跳ね返るようになり、このような散乱した反射光があまり拾われることはない。

【0022】これらのことにより、上記したような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じることなく、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

10 【0023】また、本発明の光ファイバケーブルは、光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、該凸面の曲率の半径は、前記芯部の直径を $d$ としたときに、 $0.8d$ から $1.8d$ であることを特徴とするものである。

【0024】本発明によれば、端面を単に集光機能を持たせるように凸レンズ面とするのではなく、端面を曲率の半径が $0.8d$ から $1.8d$ （但し $d$ は芯部の直径）の凸面とすることにより、光ファイバケーブル内部の光が端面から出射されるときに、その端面の内面で反射（遠端反射）されて発生する反射光の反射方向は、光ファイバケーブルの中心軸と方向が大きくずれる。

20 【0025】したがって、伝送されてきた信号光が光ファイバケーブルの一方の端面の内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブルの他方の端面に戻るような反射光を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じることなく、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

30 【0026】また、本発明の光ファイバケーブルは、光の伝送路となる芯部端面が凹面であることを特徴とするものである。その端面の凹面の曲率の半径は、前記芯部の直径を $d$ としたときに、 $0.5d$ から $3.0d$ とすることが好ましい。

【0027】本発明によれば、端面を凹面とすることにより、光ファイバケーブル内部の光が端面から出射されるときに、その端面の内面で反射（遠端反射）されて発生する反射光の反射方向は、光ファイバケーブルの中心軸と方向が大きくずれる。

40 【0028】したがって、伝送されてきた信号光が光ファイバケーブルの一方の端面の内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブルの他方の端面に戻るような反射光の光量を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じることなく、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

50 【0029】また、本発明の光ファイバケーブルは、先端部には光の伝送路となる芯部が端面に向かって広がる

円錐台形状が形成され、この円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角が $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上であることを特徴とするものである。

【0030】本発明によれば、先端部で芯部が端面に向かって広がり、芯部の水平部分とのなす角が $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上となる傾斜部分の円錐台形状を形成することにより、光送受信機の送信部からの信号光が光ファイバケーブルの端面の円錐台形状の傾斜部分で反射（近端反射）されて、その光送受信機の受信部に入力されるような反射光の光量を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合を防止できる。

【0031】したがって、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0032】また、本発明の光ファイバケーブルは、先端部に光の伝送路となる芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成されることを特徴とするものである。このような傾斜部分を形成するには、少なくとも光の伝送路となる芯部の先端部が被覆部材により被覆され、この被覆部材の先端が中心軸に対して鋭角となっており、この被覆部材の先端を前記芯部が覆うことにより、容易に実現できる。また、少なくとも光の伝送路となる芯部の先端部が被覆部材により被覆され、この被覆部材の芯部が挿入される穴部の内壁部に、先端方向に向かって狭まる傾斜部分を形成するように加工しても良い。

【0033】本発明によれば、先端部に光の伝送路となる芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成される構成とすることにより、光送受信機の送信部からの信号光が光ファイバケーブルの端面から入射し被覆部材表面で反射（近端反射）されて、その光送受信機の受信部に入力されるような反射光を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合を防止できる。

【0034】したがって、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0035】また、本発明の光ファイバケーブルは、光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いることを特徴とするものである。

【0036】本発明によれば、光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いるので、本発明によれば、端面を単に集光機能を持たせるように凸レンズ面とするのではなく、端面を曲率の半径が $0.8d$ から $1.8d$ （但し $d$ は端面の直径）の凸面とすることにより、光ファイバケーブル内部の光が端面から出射される

ときに、その端面の内面で反射（遠端反射）されて発生する反射光の反射方向は、光ファイバケーブルの中心軸と方向が大きくずれる。

【0037】したがって、伝送されてきた信号光が光ファイバケーブルの一方の端面の内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブルの他方の端面に戻るような反射光を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じることなく、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0038】また、本発明の光ファイバケーブルは、光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いることを特徴とするものである。

【0039】本発明によれば、光の伝送路となる芯部端面が凸面であり、前記芯部からなる一芯で双方向の光の授受を行う全二重光通信方式に用いることにより、光ファイバケーブル内部の光が端面から出射されるときに、その端面の内面で反射（遠端反射）されて発生する反射光の反射方向は光ファイバケーブルの中心軸と方向が大きくずれ、伝送されてきた信号光が光ファイバケーブルの一方の端面の内面で反射（遠端反射）されて、光ファイバケーブルの他方の端面に戻るような反射光を大幅に低減でき、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じることとはなくなる。

【0040】また、上記したような本発明の光ファイバケーブルを様々に組み合わせれば、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに、より好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0041】また、本発明の光ファイバケーブルの端面加工方法は、プラスチック材料から成る芯部の少なくとも先端部周囲を被覆部材により被覆された光ファイバケーブルの端面加工方法において、先端部で内壁面が先端方向に向かって広がる円錐台形状の被覆部材を用い、この被覆部材より芯部の先端が突出した状態で芯部を加熱して変形させ、芯部の先端部を端面に向かって広がる円錐台形状に端面加工することを特徴とするものである。

【0042】また、本発明の光ファイバケーブルの端面加工方法は、プラスチック材料から成る芯部の少なくとも先端部周囲を被覆部材により被覆された光ファイバケーブルの端面加工方法において、先端部が中心軸に対して鋭角の被覆部材を用い、この被覆部材より芯部の先端が突出した状態で芯部を加熱して変形させ、芯部が被覆部材の先端を覆うように端面加工することを特徴とするものである。

【0043】そして、これら本発明の光ファイバケーブルの端面加工方法では、前記芯部を加熱するのに加熱板を用い、該加熱板に形成された形状を芯部に転写して、芯部の端面を凸面、凹面、又は粗面に加工するようにしても良い。

【0044】本発明によれば、上記したような光ファイバケーブルの端面加工を容易に行うことができ、全二重通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0046】〔実施形態1〕実施形態1として、まず、本発明が適用され得る全二重通信方式等の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムの基本構成について、その概念図である図1を用いて説明する。

【0047】図1(a)に示すように、この光通信システムは、光送受信機101と光送受信機105とが、共通の一芯の光ファイバケーブル109を介して、全二重通信方式の光信号の伝送を行うものである。そして、光送受信機101のコネクタ102及び光送受信機105のコネクタ106のそれぞれに、光ファイバケーブル109の先端部分であるプラグ部が挿入されて、光接続されている。

【0048】また、図1(b)に示すように、これらコネクタ102、106は、それぞれ、光信号を発する発光素子を備えた送信部103、107、光信号を受ける受光素子を備えた受信部104、108からなり、コネクタ102、106のそれぞれに、光ファイバケーブル109の先端部分110、111が挿入されている。

【0049】ここで、光送受信機101から光送受信機105に光信号を光ファイバケーブル109を介して送信しつつ、光送受信機105から光送受信機101にも光信号を同じ光ファイバケーブル109を介して同時に送信する場合を例にとる。すなわち、一芯の光ファイバケーブルで光信号による全二重通信を行う場合である。

【0050】光送受信機101から光送受信機105に光信号を送るときは、送信部103がこの光ファイバケーブル109の先端部分110に光信号を照射することにより実現できる。また、光送受信機105から光送受信機101に光信号を送るには、この光ファイバケーブル109の先端部分111に、送信部107が光信号を照射することで実現できる。

【0051】このとき、光送受信機101の受信部104には光送受信機105からの光信号を主に受けるが、同時に光送受信機101の送信部103から照射して先端部分110端面近傍での近端反射や先端部分111端面の内面での遠端反射によって戻ってくる光信号も多少

は存在する。

【0052】そこで、本発明は、このような先端部分110端面近傍での近端反射や先端部分111端面の内面での遠端反射による光信号を十分に低減し、全二重通信を可能とするものである。

【0053】〔実施形態2〕実施形態2として、光ファイバケーブルの光の伝送路となる芯部端面を凸面とし、光ファイバケーブルの遠端反射による光信号の低減を図ったものについて説明する。

【0054】まず、その原理について、遠端反射による光線反射を概念的に示した概念図である図2を参照して説明する。

【0055】従来の光ファイバケーブルでは、図2(A)に示すように、光線が光ファイバケーブル芯部端面201の内面で遠端反射により反射するが、その反射角が光ファイバケーブルの中心軸からあまりずれておらず、送信側の光送受信機まで戻り、通信相手から送信された光信号として誤認識するなどの不具合が生じる。

【0056】これに対して、図2(B)のように、光ファイバケーブルの芯部端面202を凸面とすれば、遠端反射による反射光の角度が光ファイバケーブルの中心軸から大きくずれ、そのような不具合を防止できる。

【0057】次に、光ファイバケーブル芯部端面の凸面の曲率に関して検討した結果について、図3を用いて説明する。

【0058】図3は、長さ1m、直径1mm(芯部の直径)の光ファイバケーブルにおいて、その芯部端面を凸レンズ状とし、その凸レンズの曲率を変えて測定した場合の光ファイバケーブル遠端面の反射効率の実測結果と、その先端を模しての光学シミュレーションによる計算結果を示したものである。

【0059】図3における遠端反射率の計算について図1で説明すると、その値は、光送受信機101の送信部103を光らせたとき、(光ファイバケーブルの先端部分を空中に置いて光送受信機101の受信部104で検出される光量)をA、(先端部分からの反射がなくなるような光ファイバケーブルの屈折率と同じオイルに浸して光送受信機101の受信部104で検出される光量)をB、(光送受信機105の受信部108で検出される光量)をCとおくと、 $(A-B)/C$ の式で表される。

【0060】図3に示すように、実測値、計算値とも近い値を示しており、光ファイバケーブル端面を凸面状にすることにより、光ファイバケーブル遠端面の反射は平面の状態より減少することがわかる。

【0061】そして、図3から、特に遠端反射率が低くなるのは、凸面曲率半径が0.8mmから1.8mmであることがわかる。

【0062】このことから、光ファイバケーブル端面の凸面の曲率の半径は、芯部の直径をdとしたときに、0.8dから1.8dとすれば、遠端反射による戻り光



を十分に低減できることがわかる。

【0063】〔実施形態3〕実施形態3として、光ファイバケーブルの光の伝送路となる芯部端面を反射光を散乱させる端面とし、光ファイバケーブルの遠端反射による光信号の低減を図ったものについて説明する。

【0064】まず、その原理について、遠端反射による光線反射を概念的に示した概念図である図4を参照して説明する。

【0065】本実施形態では、図4に示すように、光ファイバケーブルの芯部端面として、反射光を散乱させる端面401とすることによって、遠端反射による反射光の光線が散乱されて、光ファイバケーブルの中心軸から反射角度が大きくなり、遠端反射による戻り光を十分に低減できるというものである。

【0066】次に、そのような散乱端面として、光ファイバケーブル芯部端面を粗面とするものについて検討して結果を、図5を用いて説明する。

【0067】図5は、一例として、長さ1m、直径1mm（芯部の直径）の光ファイバケーブルにおいて、その芯部端面を半径約1.6mmの凸レンズ状とし、光ファイバケーブルを通常どおり平滑面の芯部端面となるように作成した状態と、光ファイバケーブル芯部先端を粒径が3 $\mu$ m、10 $\mu$ mの研磨剤から成る研磨紙で磨いて粗面加工した状態とを比較して、光ファイバケーブルの遠端面の反射率（上記実施形態2と同様）を測定した結果を示す図である。

【0068】ここでは、例えば、粒径（直径）が3 $\mu$ mの研磨材から成る研磨紙の研磨による芯部端面加工による芯部端面の粗面度を3 $\mu$ mとするように、粗面加工に用いた研磨材の粒径を粗面度とする。

【0069】図5より、いずれにおいても、光ファイバケーブル遠端からの反射率は、平滑面の端面よりも、粗面加工を施した端面の方が減少している。

【0070】さらに、この端面の粗面度にしてに関して検討した結果、平滑な端面との違いが見られる1 $\mu$ m以上で、光ファイバケーブル芯部先端の形状が変形しない程度の10 $\mu$ m以下の範囲であれば、何らかの支障を来すことなく、遠端反射による戻り光を十分に低減できることが確認された。

【0071】〔実施形態4〕実施形態4として、光ファイバケーブルの光の伝送路となる芯部の端面を凹面とし、光ファイバケーブルの遠端反射による光信号の低減を図ったものについて説明する。

【0072】まず、その原理について、遠端反射による光線反射を概念的に示した概念図である図6を参照して説明する。

【0073】本実施形態では、図6に示すように、光ファイバケーブルの芯部端面601を凹面とすることにより、遠端反射による反射光の光線が光ファイバケーブルの中心軸から大きくずれて、遠端反射による戻り光を充

分に低減できるというものである。

【0074】次に、光ファイバケーブル芯部端面の凸面の曲率に関して検討した結果について、図7を用いて説明する。

【0075】図7は、長さ1m、直径1mm（芯部の直径）の光ファイバケーブルにおいて、その芯部端面を凹レンズ状とし、その凹レンズの曲率を変えた場合に、その先端を模しての光学シミュレーションによる計算結果を示したものである。なお、遠端反射率の計算方法は、上記実施形態2、3と同様である。なお、図7において、(A)は凹面の曲率の半径が0.6mmから3.0mmのデータを示し、(B)は0.6mmから100mmまでのデータを示し、図中POFとはプラスチック・オプティカル・ファイバの略である。

【0076】図7から、特に遠端反射率が低くなるのは、凹面曲率半径が0.6mmから3.0mmであることがわかる。

【0077】なお、上記の条件で、凹面曲率半径が0.5mmとなるのは、半球の球面により凹面が形成されることになり、さらにそれ以下になると凹面を形成する球面が光ファイバケーブルの芯部からはみ出すことになる。このため、上記シミュレーションの結果では0.6mm以上のデータとなっている。また、実際の芯部端面の凹面加工を考えると、その曲率半径は0.5mm以上であれば可能であるが、0.6mm以上が好ましい。

【0078】このことから、光ファイバケーブル端面の凹面の曲率の半径は、芯部の直径をdとしたときに、0.5dから3.0dとすれば、遠端反射による戻り光を十分に低減できることがわかる。さらに、実際の凹面加工を考慮すると、その下限は0.6dとすることが好ましい。

【0079】なお、本実施形態においても、上記実施形態3と同様に、端面を反射光を散乱させるよう、つまり端面を粗面としても、実施形態3と同様の効果を得ることができる。

【0080】〔実施形態5〕実施形態5として、光ファイバケーブルの先端部に光の伝送路となる芯部が端面に向かって広がる円錐台形状が形成され、この円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角を30°以下又は60°以上とすることによって、光ファイバケーブルの近端反射による光信号の低減を図ったものについて説明する。

【0081】まず、その原理について、近端反射による光線反射を概念的に示した概念図である図8を参照して説明する。

【0082】従来の光ファイバケーブルでは、図8(C)に示すように、光線が光ファイバケーブル803先端部において、芯部の円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角について考慮されておらず、送信部802からの光信号がその円錐台形状の傾斜部分で反射



されて受信部801に入射され、そのような反射光が通信相手から送信された光信号に混ざりノイズとなるなどの不具合が生じる。

【0083】これに対して、本実施形態は、図8(A)のようにそのような芯部の円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角を $60^\circ$ 以上(図示したものでは $70^\circ \sim 90^\circ$ としている)とするか、図8(B)のようにそのような芯部の円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角を $30^\circ$ 以下とすることにより、送信部802からの光信号がその円錐台形状の傾斜部分で反射されても受信部801に入射されないようにして、近端反射による不具合を防止できるものである。なお、芯部の円錐台形状の傾斜部分と芯部の水平部分とのなす角とは、芯部の円錐台形状の傾斜部分と芯部の中心軸とのなす角と表現することもできる。

【0084】次に、光ファイバケーブル先端部における芯部の円錐台形状の角度に関して検討した結果について、図9を用いて説明する。

【0085】図9は、水平部分のコア直径1mm(芯部の直径)の光ファイバケーブルにおいて、その端面を凸レンズ状とし、その凸レンズの曲率の半径r(mm)を $r=0.8, 0.85, 0.9, 1.0, 1.6, 2.0, \infty$ と変化させた場合の芯部の円錐台形状の傾斜角度と光ファイバケーブル近端反射率の関係の計算結果を示している。なお、芯部の円錐台形状は、芯部の水平部分直径1mmから端面方向に広がって、端面では両側に0.25mm広がり、直径1.5mmとなるものとしている。

【0086】そして、光ファイバ遠端からの反射はないものとして、光学シミュレーションによる計算方法を用い、それを模式的に示したのが図10ある。すなわち、図10に示すように、凸状端面1003で円錐台形状の傾斜部分1002を備え光ファイバケーブル1001と、送信部1006、受信部1007との間に、送信部1006からの光を絞るレンズ1004、光ファイバケーブル1001からの反射光を絞るレンズ1005を配置し、さらに送信部1006から受信部1007に直接光が入らないように仕切板1008を設けたものである。

【0087】図9から、芯部の円錐台形状の傾斜角度が、 $30^\circ$ 以下又は $60^\circ$ 以上であれば、凸形状の端面の曲率の半径がいかなる場合にも、光ファイバケーブルの近端反射による光信号を大幅に低減できることがわかる。

【0088】なお、本実施形態に、上記実施形態2から4のいずれを組み合わせても良く、そうすれば、光ファイバケーブルの近端反射ばかりでなく、遠端反射による光信号も低減して、全二重方式により好適な光ファイバケーブルを実現することができる。

【0089】〔実施形態6〕実施形態6では、上記実施

形態5の光ファイバケーブルの端面加工方法について、要部側面断面図である図11を用いて説明する。

【0090】図11(A)に示すように、本実施形態の光ファイバケーブルは、プラスチック材料から成る芯部1104の主な部分が被覆部1103により被覆され、先端部周囲がプラグ部1105により被覆されている。そして、プラグ部1105の先端部は、ざぐり加工が施されて、内壁面1108が先端方向に向かって広がる円錐台形状となっている。なお、プラグ部1105としては、ステンレスや真鍮等の金属材料を用いることができる。

【0091】図11(A)に示すように、芯部1104が先端部までほぼ同一の直径で、その先端1106がプラグ部1105の先端より突出した状態とする。そして、図11(B)に示すように、芯部1104の先端1106を、加熱された加熱板1102に押し当てるようにして接触させて、加熱して変形させる。これにより、図11(c)に示すように、芯部1104先端部にプラグ部1105内壁面の形状に対応した、傾斜部分1109を備えた円錐台形状を形成することができる。

【0092】さらに、本実施形態では、加熱板1102の芯部1104と接触する面は凹形状とされており、これにより、芯部1104端面に凸面1107を形成することができる。すなわち、加熱板1102の凹面に形成された形状を芯部1104端面に転写して、端面の形状加工を同時に行っている。

【0093】この光ファイバケーブル先端部分の要部断面図を図11(d)に示す。なお、芯部1104端面を凹部にするには、加熱板1102に凸形状を形成しておけば良い。また、加熱板1102に粗面形状を形成しておき、それを転写して芯部1104端面を粗面とすることもでき、そのときに上記したような凸面や凹面とする端面加工も同時に可能である。

【0094】このようにして、上記実施形態2から4の光ファイバケーブルを容易に端面加工して実現することができる。

【0095】〔実施形態7〕実施形態7として、光ファイバケーブルの先端部に光の伝送路となる芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成される構造とすることによって、光ファイバケーブルの近端反射による光信号の低減を図ったものについて説明する。

【0096】まず、その原理について、近端反射による光線反射を概念的に示した概念図である図12を参照して説明する。

【0097】上記実施形態5の説明で用いた図8に対応して考えると、円錐台形状の傾斜角度を $90^\circ$ 以上にすれば、図12のように、芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成される構造となる。このとき、光ファイバケーブル芯部の先端部は円錐台形状ではなくなるが、図8(C)のようにはならず、傾斜部分1204で

反射される送信部1202からの光信号が受信部1201に入射されることはない。よって、このような構成を実現できれば、近端反射による不具合を防止でき、本実施形態はこのような構成を実現するためのものである。

【0098】すなわち、本実施形態では、後述の図13(c)に示すように、光ファイバケーブルの芯部1304の先端部を被覆するプラグ部1305の先端が、その中心軸に対して鋭角となっており、そのプラグ部1305先端を芯部1304先端が覆う構造とすることによって、図12に示したように光ファイバケーブルの近端反射による光信号の低減を図っている。

【0099】本実施形態の端面加工方法について、要部側面断面図である図13を用いて説明する。

【0100】図13(A)に示すように、加工前の光ファイバケーブルは、プラスチック材料から成る芯部1304の主な部分が被覆部1303により被覆され、先端部周囲がプラグ部1305により被覆されている。そして、プラグ部1305は、先端が中心軸に対して鋭角となっており、材質としては、ステンレスや真鍮等の金属材料を用いることができる。

【0101】図13(A)に示すように、芯部1304が先端部までほぼ同一の直径で、その先端1306がプラグ部1305の先端より突出した状態とする。そして、図13(B)に示すように、芯部1304の先端1306を、加熱された加熱板1302に押し当てるようにして接触させて、加熱して変形させる。これにより、図13(c)に示すように、中心軸に対して鋭角のプラグ部1305の先端が、芯部1304の先端により覆われ、先端部で芯部1304が端面方向に向かって狭まる傾斜部分1309が形成される構造とすることができる。

【0102】さらに、本実施形態では、上記実施形態6と同様に、加熱板1302の芯部1304と接触する面は凹形状とされており、これにより、芯部1304端面に凸面1307を形成することができる。すなわち、加熱板1302の面に形成された形状を芯部1304端面に転写して、端面の形状加工を同時に行っている。

【0103】なお、芯部1304端面を凹部にするには、加熱板1302に凸形状を形成しておけば良い。また、加熱板1302に粗面形状を形成しておき、それを転写して芯部1304端面を粗面とすることもでき、そのときに上記したような凸面や凹面とする端面加工も同時に可能である。

【0104】このようにして、本実施形態の光ファイバケーブルを容易に端面加工して実現することができる。

【0105】また、光ファイバケーブルの先端部に光の伝送路となる芯部が端面方向に向かって狭まる傾斜部分が形成される構造とするには、図13(D)に示すように、プラグ部1305の光ファイバケーブル芯部1304が挿入される穴部の内壁面に、ザクリ加工等により、

先端方向に向かって狭まる傾斜部分1309'形成することによっても可能である。

【0106】また、以上説明した本実施形態によれば、上記従来技術3や上記実施形態5、6と同様に、光ファイバが引っ張られて、光ファイバ端面の位置がずれたり、プラグ部から光ファイバが抜けたりするのを防止することができる。

【0107】なお、本実施形態に、上記実施形態2から7のいずれを組み合わせても良く、そうすれば、光ファイバケーブルの近端反射ばかりでなく、遠端反射による光信号も低減して、全二重方式により好適な光ファイバケーブルを実現することができる。その一例としては、光ファイバケーブル芯材の先端部を被覆するプラグ部の先端が中心軸に対して鋭角で、そのプラグ部先端を芯材が覆う構成において、光ファイバケーブル端面(芯部端面)を粗面かつ凸面とする構成を挙げることができる。

【0108】

【発明の効果】以上のように、本発明の光ファイバケーブルによれば、近端反射や遠端反射による反射光を低減することにより、全二重光通信方式の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムに用いるのに好適な光ファイバケーブルを実現することが可能となる。

【0109】本発明の光ファイバケーブルの端面加工方法によれば、そのような光ファイバを容易に端面加工して実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用され得る全二重通信方式等の共通の一芯の光ファイバケーブルを介して光信号の伝送を行う光通信システムの基本構成を概念的に示す図である。

【図2】実施形態2の遠端反射による光線反射を概念的に示した図である。

【図3】実施形態2の光ファイバケーブル遠端面の反射効率の実測結果と、その先端を模しての光学シミュレーションによる計算結果を示す図である。

【図4】実施形態3の遠端反射による光線反射を概念的に示した図である。

【図5】実施形態3の粗面加工による光ファイバケーブルの遠端面の反射率を測定した結果を示す図である。

【図6】実施形態4の遠端反射による光線反射を概念的に示した図である。

【図7】実施形態4の光ファイバケーブル遠端面の反射率と端面凹面の曲率の半径との関係に関する光学シミュレーションによる計算結果を示した図である。

【図8】実施形態5の近端反射による光線反射を概念的に示した図である。

【図9】実施形態5の端面凸面の曲率の半径を変化させたときの芯部の円錐台形状の傾斜角度と光ファイバケーブル近端反射率の関係の光学シミュレーション計算結果を示す図である。

【図10】図9のシュミレーションに用いた光学的配置を示す図である。

【図11】実施形態6における光ファイバケーブルの端面加工方法を説明するための要部側面断面図である。

【図12】実施形態7の近端反射による光線反射を概念的に示した図である。

【図13】実施形態7における光ファイバケーブルの端面加工方法を説明するための要部側面断面図である。

【図14】従来の光ファイバケーブルを用いた光送受信システムを概念的に示す図である。

【図15】従来の光ファイバケーブルにおける課題を説

明するための概念図である。

#### 【符号の説明】

101, 105, 光送受信機

102, 106 コネクタ

103, 107, 802, 1006, 1202 送信部

104, 108, 801, 1007, 1201 受信部

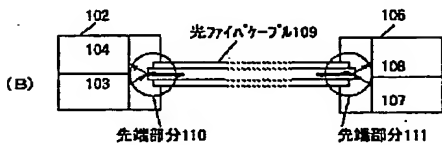
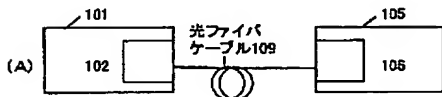
109, 803, 1001 光ファイバケーブル

1102, 1302 加熱板

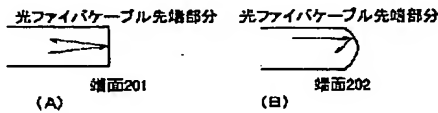
1104, 1304 芯部

10 1105, 1605 プラグ部(被覆部材)

【図1】

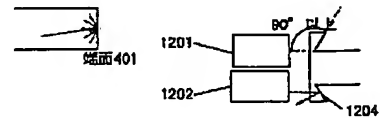


【図2】



【図4】

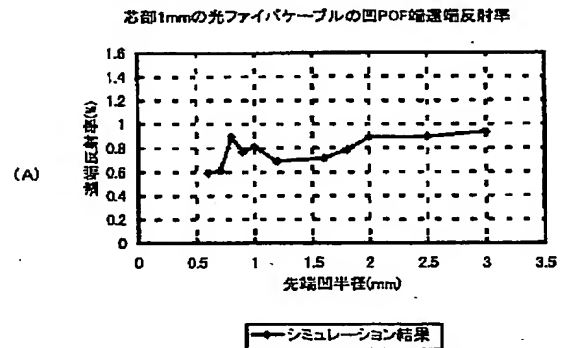
【図12】



【図5】

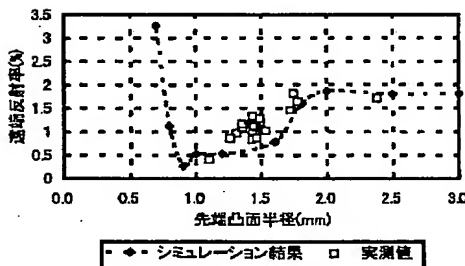
光ファイバケーブル遠端反射率(%)		
	3μm	10μm
研磨前	1.02	1.05
研磨後	0.60	0.76

【図7】



【図3】

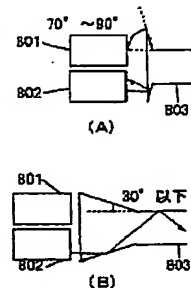
先端凸レンズ状の光ファイバケーブル遠端反射率のシュミレーションと実測値



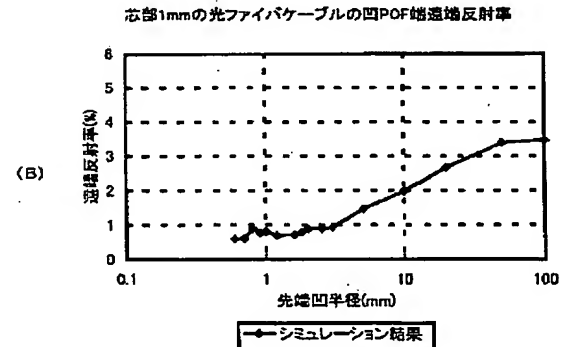
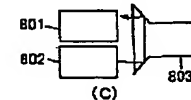
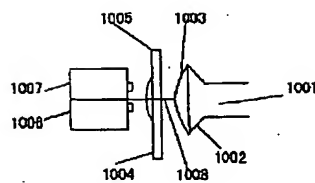
【図6】



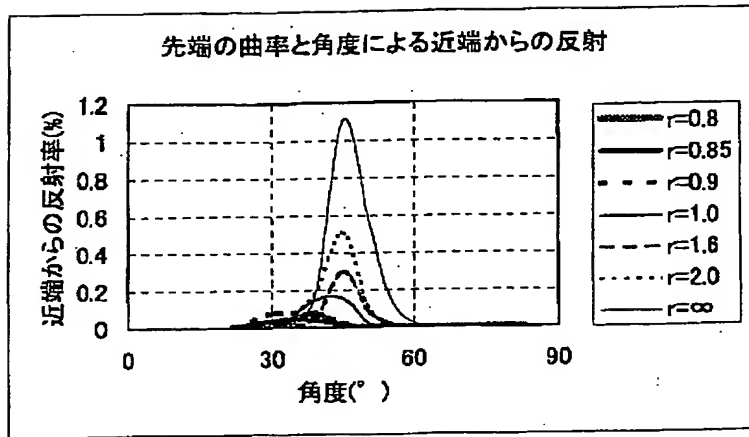
【図8】



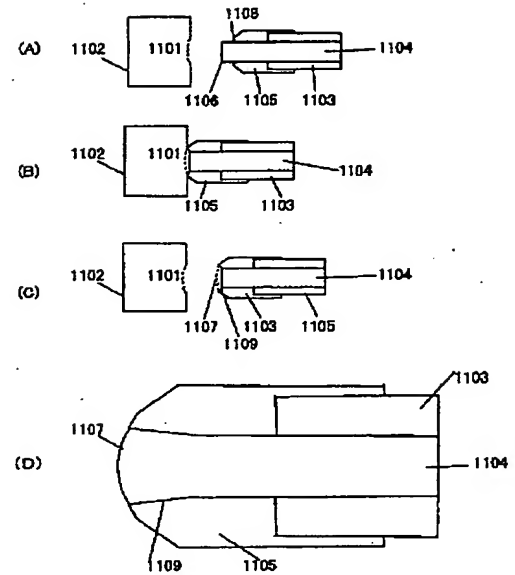
【図10】



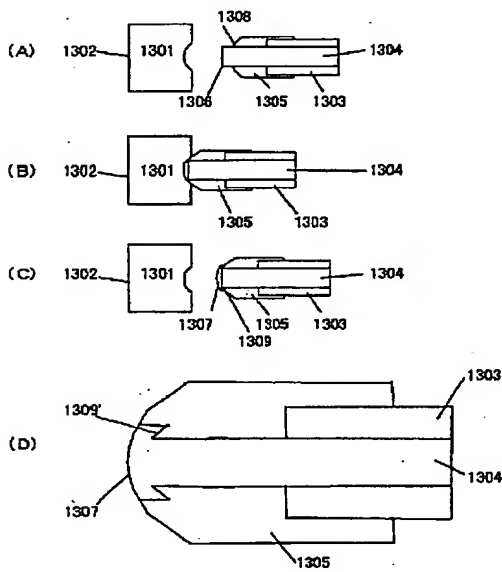
【図9】



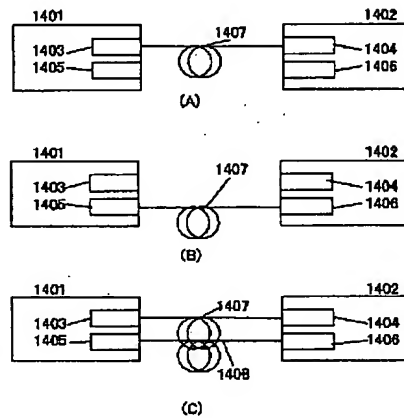
【図11】



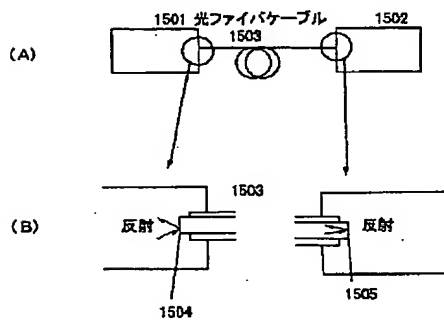
【図13】



【図14】



【図15】



・ フロントページの続き

・ Fターム(参考) 2H036 JA05 KA03  
2H037 BA02 BA11 CA06 CA08  
2H038 CA23  
2H050 AB42Z AC86 AC87